

# Copyright ©

---

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtlichsinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Aus dem Institut für Meereskunde der Universität Kiel

## Biologische Untersuchungen, insbesondere der Ciliatenfauna, in der durch Abwässer belasteten Schlei (westliche Ostsee)

Von KARL JÜRGEN BOCK

**Zusammenfassung:** Die Schlei, eine Förde der schleswig-holsteinischen Ostseeküste, wird als ein stark durch Abwässer belastetes Brackwassergebiet hydrographisch und biologisch untersucht. Die hydrographischen Bedingungen lassen zusammen mit den nur unwesentlichen Strömungen keinen ausreichenden Abbau der übermäßigen Eutrophierungserscheinungen zu. Die früher reiche tierische und pflanzliche Bodenbesiedlung ist besonders in der inneren Schlei durch Mudablagerungen auf weite Strecken vernichtet. Die Massenentwicklungen verhältnismäßig weniger Arten bestimmen im Plankton wie Benthos hier das Bild. Besonders wird auf die Ciliatenbesiedlung eingegangen, die unter dem Einfluß der verschiedenen Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Salzgehalt, Eutrophierung, Bakteriendichte ein gutes Bild der herrschenden Zustände gibt.

**Biological investigations, especially of the Ciliate fauna in the polluted water of the Schlei-Fjord (western Baltic) (Summary):** The Schlei, a fjord on the Baltic coast of Schleswig-Holstein, is a brackish water area much clogged with sewage. In the present paper it is examined hydrographically and biologically. The hydrographical conditions in connection with only minor currents does not permit sufficient decomposition of the excessive eutrophic phenomena in the shallow water. The formerly rich bottom life is, especially in the inner Schlei, widely destroyed by mud deposits. The mass development of comparatively few species determine the picture of plankton as well as of benthos. Particular stress is laid on the present distribution of ciliates which, under the influence of the various factors such as the nature of the bottom, salinity, eutrophic state, density of bacteria, present a good picture of the prevailing condition.

Unter den Förden der schleswig-holsteinischen Ostseeküste nimmt die Schlei als Folge ihrer Morphologie eine Sonderstellung ein. In dem langgestreckten, schmalen Gewässer, das tief in das Land einschneidet (Abb. 1), herrschen bei geringer Tiefe infolge der starken Abwasserbelastung und der im wesentlichen durch Wasserstandsschwankungen hervorgerufenen Wassererneuerung häufig extreme hydrographische Bedingungen, über die bereits ausführlich berichtet worden ist (R. KÄNDLER 1953). Hierzu seien im folgenden einige Ergänzungen und Extremwerte angeführt, die sich im Rahmen späterer Untersuchungen ergeben haben. Das Hauptanliegen der folgenden Mitteilungen ist es, einen Einblick in den durch die Zufuhr von Abwasser eingetretenen biologischen Zustand der Schlei, insbesondere in ihre Ciliatenfauna zu geben.

Die menschliche Besiedlung des Einzugsgebietes der Schlei ist nicht besonders dicht. Es handelt sich um ein fast ausschließlich landwirtschaftlich genutztes Gebiet. Als Abwasserlieferanten kommen die Städte Schleswig (35000 Einwohner), Arnis (900 Einwohner) und Kappeln (1500 Einwohner) in Frage. An Industrie sind eine Spritbrennerei bei Schleswig, eine seit dem Winter 1953/54 arbeitende Zuckerfabrik ebenfalls bei Schleswig und die Nestle-Werke bei Kappeln, die Milcherzeugnisse und früher auch Nes-Cafe herstellen, zu nennen. Das Schleswiger Gaswerk ist 1953 stillgelegt worden.

Als einziger Betrieb reinigt die Zuckerfabrik ihre Abwässer in einem gewissen Umfang, indem ein großer Teil der anfallenden Abwässer in dem abgedämmten Klensbyer Noor aufgefangen und erst nach dem Ausfaulen der Schlei zugeführt wird. Die Stadt Schleswig unterhielt früher eine praktisch wirkungslose mechanische Kläranlage, in der nicht einmal die grössten Verunreinigungen zurückgehalten wurden. Nach Beendigung des Baues einer vollbiologischen Zentralkläranlage mit den erforderlichen Anschlüssen sowie

Die Arbeiten wurden im Rahmen eines Forschungstipendiums der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

weiterer Verbesserungen an den Anlagen der Zuckerfabrik sind hier nicht unwesentliche Verbesserungen zu erwarten. Die Abwässer von Arnis wirken sich wenig aus, ebenso bewirken die häuslichen Abwässer von Kappeln kaum größere Schäden. Wichtig sind dagegen die Abwässer der Nestle-Werke, deren Einleitungsstelle durch eine große Verödungszone gekennzeichnet ist. Alle anderen Siedlungsabwässer sowie sonstigen Zuflüsse zeigen keinen bedeutenden Einfluß auf die Gestaltung der Wassergüte der Schlei.

In der nur durch eine schmale Mündung mit der freien Kieler Bucht verbundenen Schlei treten trotz des häufigen Wechsels des Salzgehaltes meist keine erheblichen vertikalen Salzgehaltsgradienten auf. Die vertikale Durchmischung des Gewässers ist im allgemeinen recht stark. Dagegen kann unter sommerlich heißen Wetterbedingungen auch ohne Salzsichtung eine Gefährdung des Gewässers eintreten, wie eine Untersuchung von Herrn Prof. KÄNDLER im Sommer 1953 beweist.

Am 1. VII. 1953 wurde nach etwa 10-tägiger Hochdruckwetterlage mit sommerlich heißen Temperaturen die Schlei untersucht (Abb. 2—4). Salzgehaltssprungschichten fanden sich nicht. Aber die starke Erwärmung der oberflächennahen Wasserschichten hatte zusammen mit der regen Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons einen ähnlichen Effekt bewirkt. Nahe der Oberfläche wurde erhebliche Sauerstoffübersättigung beobachtet. In den weitgehend abgeschlossenen Teilen und in Bodennähe trat dagegen ein erheblicher Abfall der Sauerstoffsättigung ein. Insbesondere in der Großen und der Kleinen Breite sowie in der Gegend von Schleswig zeigte sich die sauerstoffzehrende Wirkung des Bodenschlammes im Abfall der Sauerstoffsättigung bis auf stellenweise nur 3% im Bodenwasser etwa 50 cm über dem Grund. Bei Arnis konnte in der Tiefe der abgeschlossenen Mulde bereits Schwefelwasserstoff nachgewiesen werden (3,23 mg/l). Seewärts normalisierten sich die Verhältnisse dann bald. Hohe Werte der Sauerstoffzehrung, des pH, des Gesamtphosphors und des Kaliumpermanganatverbrauches bestätigen die von KÄNDLER (1953) angegebenen Daten und weisen auf die starke, abwasserbedingte Eutrophierung hin, die eine Gefährdung des ganzen Gewässers mit sich bringt.

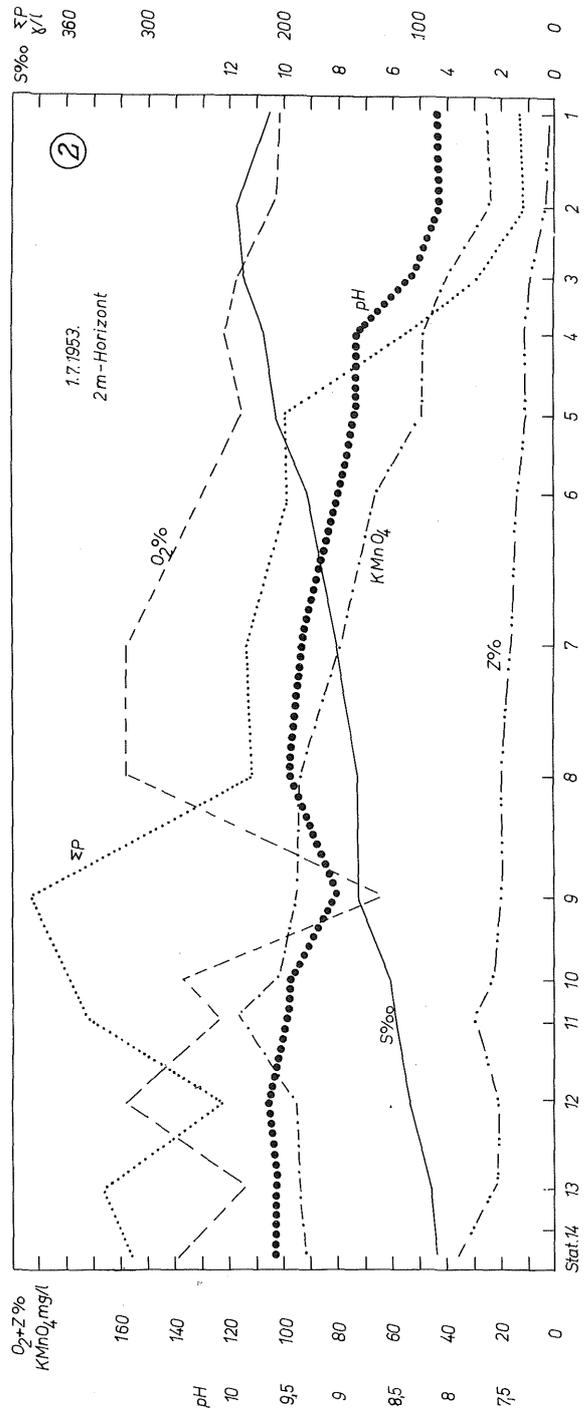
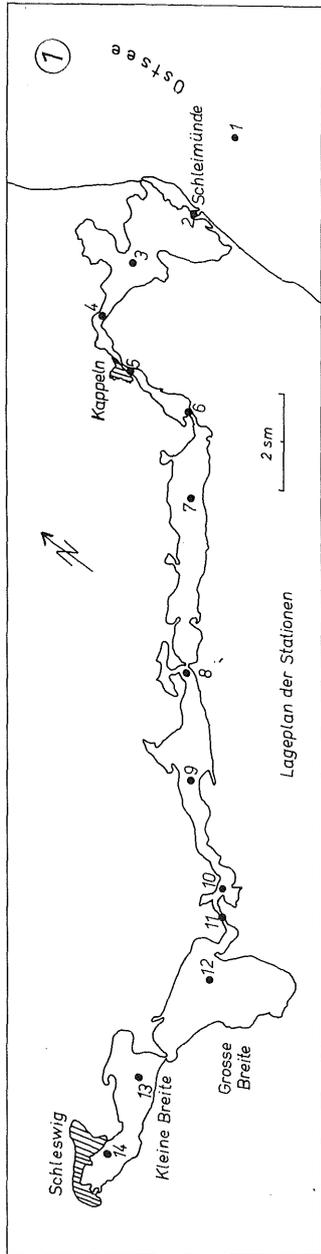
Nicht nur unter extremen hochsommerlichen Witterungsbedingungen treten die Eutrophierungserscheinungen so deutlich hervor. Zu jeder Jahreszeit werden für die Förden der schleswig-holsteinischen Ostseeküste ungewöhnlich hohe Werte der einzelnen Faktoren gefunden. So konnten während einer gemeinsam mit Herrn Prof. KREY am 13.—15. V. 1954 durchgeführten Untersuchungsfahrt zusätzlich zu den üblichen hydrographischen Faktoren Eiweiß, Chlorophyll und Seston bestimmt werden. Er fand einen für die Kieler Bucht ungewöhnlichen Anstieg der Biomasse, die nach seinen Messungen in der inneren Schlei Werte von 100 mg/l erreichte! Gleichzeitig stellte er sehr hohe Zahlen der zu dieser Zeit fast in „Monokultur“ vorhandenen Chlorophyceen „*Chromulina minima*“ fest (KREY 1956 p. 60, Abb. 10). Eine entsprechende Verringerung der Sichttiefe von 2,50 m bei Schleimünde bis auf 0,18 m in der inneren Schlei wiesen auf die große Zunahme der Trübung als Folge hoher Organismenzahlen hin. Die Assimilationstätigkeit der *Chromulina minima* drückte sich auffällig in der Sauerstoffübersättigung aus. In 2 m Tiefe betrug sie in der Schleimündung 110%, bei Schleswig 151%. Ebenso stieg der pH-Wert im 2 m-Horizont von 7,8 auf 8,7 an. Dabei wurden jedoch weder in

---

Legende zu der nebenstehenden Tafel I

Abb. 1: Die Schlei.

Abb. 2: Hydrographischer Zustand der Schlei am 1. Juli 1953. Veränderungen einiger chemischer Faktoren im 2-m-Horizont: Gesamtphosphor ( $\Sigma P\gamma/l$ ), Kaliumpermanganatverbrauch ( $KMnO_4$  mg/l), pH, Sauerstoffsättigung ( $O_2\%$ ), Sauerstoffzehrung ( $Z\%$ ).



Tafel 1 (zu K. J. Bock)



der Sauerstoffsättigung noch im pH-Wert extreme Verhältnisse angetroffen. Andere Untersuchungen haben in der inneren Schlei Sauerstoffübersättigungen bis 200% ergeben, die auf die starke Assimilationstätigkeit einer Unmasse pflanzlicher Plankter hinweisen.

Die hohen Zellzahlen planktischer Organismen treten nicht nur in den Frühjahrs- und Sommermonaten auf. Selbst im Spätherbst und Winter werden noch ähnliche Besiedlungsdichten gefunden, wie Untersuchungen im Spätherbst 1954 zeigen. Am 16. XI. 1954 wurde von See her bis Maasholm nur wenig Seston gefunden, dann erfolgte ein erster Anstieg der Dichte bis in die mittlere Schlei. Von Lindaunis an war das Plankton durch eine immer größer werdende Zahl von Oscillatorien und Flagellaten gekennzeichnet, die innerhalb der Missunder Enge ihren Höhepunkt erreichten. Auch hier fielen also die großen Sestonmengen in die Gebiete größter Eutrophierung, wie sie sich aus den hydrochemischen Daten von KÄNDLER (1953) ergeben.

Zur Ergänzung der Sestonuntersuchungen konnten im Herbst und Winter 1954/55 noch einige Bestimmungen der Keimzahl durchgeführt werden, die einen ungefähren Überblick über die Größenordnungen des Bakterienwachstums geben sollten.

Die erforderlichen Proben wurden in sterilen, evakuierten Abschlagröhrchen aus 2 m Wassertiefe entnommen und bis zur Verarbeitung, höchstens aber 4—5 Stunden, im Kühlschrank aufbewahrt. Die Zählung erfolgte nach der Plattenmethode, der wegen des hohen Sestongehaltes der Filtration über Membranfilter und der mikroskopischen Auszählung der Vorzug gegeben wurde. Zu dem Agar-Nährboden nach ZOBELL (1946) wurde 4 Wochen gealtertes Seewasser mit 13—14‰ Salzgehalt verwendet. Die Auszählung erfolgte nach 3 Wochen Bebrütung bei 18°C. Die von den Proben angesetzten Parallelbestimmungen zeigten untereinander nur geringe Abweichungen.

Die vor der Schleimündung über dem grobsandigen, sauberen Schleisand gefundenen Keimzahlen liegen mit  $5 \cdot 10^3$ — $3 \cdot 10^2$ /ml recht niedrig. Bereits bei Kappeln ist eine deutliche Erhöhung zu beobachten. Dort beträgt die Keimzahl  $4 \cdot 10^2$ — $2 \cdot 10^4$ /ml. Dieser Wert verdoppelt sich in der mittleren Schlei bis zum Missunder Noor. In der Großen Breite werden durchweg Keimzahlen um  $1 \cdot 10^5$ — $2 \cdot 10^5$ /ml angetroffen, die sich bis auf  $3 \cdot 10^8$ /ml in der Gegend von Schleswig steigern. Im Winter nimmt die Keimzahl in der inneren Schlei bis auf  $1 \cdot 10^5$ /ml ab, in der äußeren Schlei ändert sie sich nur wenig. Schon diese wenigen Zahlen zeigen deutlich den Einfluß der Nährstoffzufuhr insbesondere in der inneren Schlei. Sie ergänzen die Ausführungen KREY's (1956), der einen großen Anteil heterotropher Bakterien an der lebenden Substanz, besonders in der inneren Schlei annimmt, was unsere Zahlen auch bestätigen.

Zeigen die bisherigen Angaben schon den großen Einfluß der Abwässer auf die Schlei, so wird ihre verheerende Wirkung auf weite Strecken des Bodens im Gewässer bei den Untersuchungen noch deutlicher. Seit den Untersuchungen von NEUBAUER, JAECKEL und Mitarbeitern (1929—35) hat sich die Bodenbesiedlung der Schlei erheblich verändert. Damals herrschte noch auf weite Strecken das üppige Leben einer reichen Brackwasserlebensgemeinschaft, was heute nicht mehr zutrifft.

Die Bodenproben wurden mit einem Van-Veen-Greifer entnommen. Die Durchsicht der Proben erfolgte nach Aussieben unter Benutzung eines Binokulars bzw. Mikroskopes an Bord des F.K. „Hermann Wattenberg“ möglichst unmittelbar nach Entnahme.

---

#### Legende zu der nebenstehenden Tafel 2

Hydrographischer Zustand der Schlei am 1. Juli 1953.

Abb. 3: Längsprofil der Temperatur- und Salzgehaltsverteilung; Wasserstand.

Abb. 4: Längsprofil der Sauerstoffsättigung.

In der übermäßig eutrophierten inneren Schlei, insbesondere in der Gegend von Schleswig tritt nur faulender Schlamm ohne makroskopisch erkennbares Leben auf. Im Gebiet der Abwassereinleitungen der Stadt Schleswig fördert der Greifer nur leichten, flockigen und stark faulenden Schlamm, der vor dem Auslaß der alten Kläranlage mit Kotresten durchsetzt ist. Unterhalb einer Wassertiefe von 1,50 m werden in der Schleswiger Gegend und auch in der Kleinen Breite keine höheren Tiere gefunden. Erst in den flacheren Gebieten gegenüber der Stadt treten in dem faulenden Schlamm sehr vereinzelt rote Zuckmückenlarven auf. In den flachen Zonen und den Uferregionen zeigt der Sand bereits wenige Millimeter unter seiner braunen Oberfläche eine schwarze stark nach Schwefelwasserstoff riechende Reduktionszone. Auf der Oberfläche des Sandes hat sich besonders in Ufernähe eine üppige Ciliatenfauna entwickelt, auf die noch näher eingegangen wird. Nur in der durch Strömungen ausgekolkten Stexwiger Enge steht toniger Sand an, in dem aber auch kein makroskopisches Leben zu finden ist.

In der Großen Breite treffen wir ähnliche Bodenverhältnisse wie in der Kleinen Breite an, nämlich stinkende Mudablagerungen über weite Strecken. Auffällig ist hier eine Schicht von Muschelschalen, die der schwere Greifer unter dem Mud in verschiedener Tiefe, 5—10 cm, meist aber tiefer, erreicht. Im mittleren Teil der Großen Breite dringt auch das große Gerät nicht durch die Mudablagerungen bis auf die Zone ehemaligen Lebens. Vor allem werden Schalen von *Mya arenaria* und *Macoma baltica* angetroffen, die starke Zersetzungserscheinungen zeigen. Das Schloßband fehlt überall, die Muscheln sind also schon vor Jahren vom Mud überdeckt und abgestorben.

Im Uferbereich der Großen Breite bis zu etwa 1 m Wassertiefe treten an vielen Stellen dichte Bestände der Potamogetonacee *Ruppia* auf. Die Pflanze wächst an den Ufern der ganzen Schlei. Bei Schleswig werden nur dürrtige Bestände gefunden, die zur Großen Breite hin immer dichter werden. In der äußeren Schlei durchsetzt *Zostera* immer mehr die *Ruppia*-Wiesen, bis *Zostera* in der Gegend von Maasholm allein die flachen Zonen besiedelt. Die *Ruppia*-Wiesen beherbergen ein reiches tierisches und pflanzliches Leben. Auffallendster Epiphyt ist *Ceramium diaphanum*. Neben zahlreichen sessilen Ciliaten, über die früher schon verschiedentlich berichtet wurde (PRECHT 1935; BOCK 1952), umwächst die Bryozoe *Membranipora crustulenta* mit ihren Zoarien vielfach die Pflanzenstengel völlig. *Membranipora crustulenta* wird ebenfalls in der ganzen Schlei beobachtet, wo sie außer auf *Ruppia* auf allen festen Gegenständen in den oberen Wasserschichten vorkommt. Erst seewärts Kappeln kommt *Membranipora pilosa* hinzu. In den *Ruppia*-Beständen der Großen Breite konnten bei Planktonfängen Statoblasten der Bryozoe *Plumatella repens* erbeutet werden. Zoarien wurden bei der Nachsuche jedoch bisher nicht entdeckt. Nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Dr. WIEBACH, der die Bestimmung dankenswerterweise überprüfte, dürfte das Vorkommen von Zoarien von *Plumatella repens*, die auch an anderen Stellen vom Süßwasser ins Brackwasser vordringt, in der Großen Breite sehr wahrscheinlich sein. Einschwemmung aus den weiter entfernten Süßwasserzufflüssen braucht nicht angenommen zu werden.

An der Mündung der Hüttener Au in die Große Breite förderte der Bodengreifer Gerölle, auf denen außer wenigen Balaniden die Bryozoe *Membranipora crustulenta* lebt und die Steine völlig bedeckt. An den anderen Süßwasserzufflüssen konnten keine derartigen Zonen lebender höherer Organismen beobachtet werden, überall herrscht der stark riechende Mud vor.

Der Übergang der Großen Breite in die Missunder Enge, die gelegentlich von ziemlich starken Strömungen durchflossen wird, enthält in nur leicht nach Schwefelwasserstoff riechendem lehmigen Grund nur wenige Chiromidenlarven sowie einige Polychaeten (*Nereis* sp.). Außerdem werden hier erstmalig wenige lebende Muscheln (*Cardium edule* und *Macoma baltica*) festgestellt. Die Zone zieht sich in 2—5 m Wassertiefe an den Ufern

der bis 10 m ausgekolkten Missunder Enge hin, an deren Boden sich in grobem Sand nur leere Schalen von *Cardium*, *Macoma* und *Mya* finden.

In der mittleren Schlei wechseln Gebiete stinkender Mudablagerungen, in denen nur vereinzelte Zuckmückenlarven leben, ab mit dichter besiedelten Zonen. Die Mudablagerungen finden sich vor allem in den von der Strömung nicht erfaßten Teilen wie dem Gunnebyer Noor, während in der Fahrrinne vereinzelte Muscheln (*Macoma baltica*) sowie Polychaeten (*Nereis*) gefunden werden. Erst bei Lindaunis leben auf und in lehmigem Grund zahlreiche *Mya arenaria* und *Cardium edule* sowie Polychaeten. Diese Besiedlung bleibt etwa bis Arnis, wo nun bei festerem, schlickartigem Boden auch *Corophium* beobachtet wird. Nur vor den Mündungen der Abwasserleitungen von Arnis tritt dann wieder der stinkende Mud wie in der inneren Schlei auf.

Seewärts Arnis bessern sich die Bodenverhältnisse sofort wieder. Nach Kappeln hin breiten sich Seegraswiesen mit einem arten- und individuenreichen Leben aus. Bei Kappeln machen sich die Nestle-Werke als besonderer Abwassereinleiter unangenehm bemerkbar. Weithin lassen sich vor dem Ufer am Gewässerboden gärende Kaffeesterre aus der Nes-Cafe-Erzeugung verfolgen. Selbst der schwere Bodengreifer durchdringt die Kaffeeschicht nicht bis zum gewachsenen Grund. Mehrere Abwassereinläufe brachten zur Zeit der Untersuchungen ungeklärte Molkereiabwässer in die Schlei. Die Folge ist eine weite Zone weißen Beggiatoenrasens auf dem Boden, die sich bis zum Hafen hin erstreckt. Dort konnte dann keine weitere Auswirkung am Boden mehr festgestellt werden. Vielmehr finden sich in dem mit schwarzen Schlick überlagerten Boden *Mya arenaria* sowie auf Festkörpern zahlreiche *Mytilus edulis*. Letztere finden sich in großen, ineinander versponnenen Klumpen neben zahlreichen Amphipoden auch an der Anlandestelle der Fischereifahrzeuge, wo der Grund mit stinkendem Schlick bedeckt ist. Seewärts tritt dann sehr bald Sand von zunehmender Sauberkeit mit *Mya* und *Cardium* in den Vordergrund. Nur in dem 14 m tief ausgekolkten Loch der Ellenberger Enge treten wieder leere Muschelschalen ohne höhere Organismen im stinkenden Mud auf. In den flacheren Teilen wird eine zwar noch eutrophierte, aber doch weitgehend normale Arenicola-marina-Coenose angetroffen. Große Seegrasbestände, die nach Auskunft der Fischer das Seegrassterben in den 30er Jahren überstanden haben, ziehen sich an den Ufern hin.

Die Gebiete um Maasholm und Schleimünde weisen sich als saubere Feinsandgebiete mit großen *Fucus*beständen aus. Zahlreiche Hydrozoen, Spirorbiden, Bryozoen (*Membranipora crustulenta* und *M. pilosa*) sowie Tunicaten (*Ciona intestinalis*) leben auf dem Blasentang. In der Schleiefahrt selbst wird eine „Pflasterung“ aus faustgroßen Geröllen beobachtet, die durch die Strömung ablagerungsfrei gehalten wird. Seewärts treten dann auf dem „Schleisand“ grobe Sande auf, in denen BANSE und LEFEVRE (1949) *Branchiostoma* nachwiesen.

Diese knappe Übersicht über die Bodenbesiedlung in der Schlei weist deutlich auf die Unterschiede hin, die sich seit den Untersuchungen von NEUBAUER, JAECKEL und Mitarbeitern in den Jahren 1929—35 ergeben haben. In der ganzen Schlei wurde damals eine gute Besiedlung insbesondere mit Mollusken festgestellt, der als Bodennahrung der Fische hohe Bedeutung beigemessen wurde. So kamen damals (JAECKEL 1950) *Mytilus edulis* bis Missunde (Kieholm) vor, *Cardium edule* und *Mya arenaria* konnten noch bei Schleswig erbeutet werden, *Macoma baltica* hatte ihre Verbreitungsgrenze kurz vor Schleswig erreicht. Das Hauptvorkommen dieser drei Bodentiere lag damals in der mittleren und inneren Schlei. Wohl gab es auch früher schon starke Fluktuationen in den Beständen, die stellenweise bis zu Thanatocoenosen führten, was JAECKEL (1950) mit den damals stellenweise schon reichlichen Mudablagerungen wie auch mit den Salz-

gehaltsschwankungen erklärt. Im ganzen wurde von den genannten Autoren jedoch überall eine Wiederbesiedlung festgestellt, was heute in der inneren Schlei nicht mehr der Fall ist.

Die makroskopischen Befunde werden durch die mikroskopischen Untersuchungen zahlreicher Bodenproben ergänzt. Hierbei wurden besonders die im Süßwasser bereits weitgehend als Verschmutzungsindikatoren herangezogenen Ciliaten beachtet. Proben aus allen Regionen der Schlei, insbesondere von Schleswig, Missunde, Lindaunis, Arnis, Kappeln und Schleimünde wurden auf ihre Ciliatenbesiedlung untersucht. Ältere Aufzeichnungen aus den Jahren 1948—51 wurden ebenfalls mit herangezogen. Mit den 103 sicher bestimmten Arten dürften die vorherrschenden Arten in den jeweiligen Proben erfaßt sein.

Die Artenzahl der in der Tabelle aufgeführten holo- und spirotrichen Ciliaten verteilt sich ziemlich gleichmäßig auf alle Teile der Schlei. Aus der geringfügigen Abnahme der Artenzahl schleieinwärts können keine Schlüsse gezogen werden. In der äußeren Schlei wurden 42 Arten, in der mittleren 40 und in der inneren Schlei 35 Arten beobachtet, wobei die stellenweise ungenügend beachteten Peritrichen außer Betracht bleiben müssen. Jahreszeitliche Einflüsse auf die Artenzahl sind erstaunlich gering. Im Sommer werden etwa dieselben Arten gefunden wie im Frühjahr oder Herbst. Im Winter konnten bei Eisgang keine Proben entnommen werden. Besonders deutlich tritt dagegen ein durch Jahreszeit und Umweltbedingungen beeinflusster Massenwechsel hervor. Bei Schleimünde werden in dem sauberen Wasser stets nur wenige Individuen beobachtet,

#### Ciliatenfunde in der Schlei

Abkürzungen: s = selten, v = vereinzelt, hfg = häufig, m = Massenentwicklung  
Smd = Schleimünde, Ka = Kappeln, Ar = Arnis, Mi = Missunde, Li = Lindaunis, Ha = Haddeby,  
S = Schleswig.

	Äußere Schlei	Mittlere Schlei	Innere Schlei
<b>Holotricha</b>			
1. <i>Holophrya marina</i> MANSFELD 1923 . . . . .			Ha hfg
2. <i>Plagiocampa margaritata</i> KAHL 1932 . . . . .		Mi v	
3. <i>Prorodon teres</i> EHRBG. 1838 . . . . .			Ha hfg
<i>Prorodon discolor</i> EHRBG. var. <i>marinus</i> KAHL 1930 . . . . .		Mi hfg	Ha hfg
4. <i>Prorodon discolor</i> EHRBG. 1838 . . . . .			Ha s
5. <i>Prorodon möbiusi</i> KAHL 1930 . . . . .	Ka s		
6. <i>Prorodon spec.</i> . . . . .		Li s	Ha s
7. <i>Lacrymaria salinarum</i> KAHL 1928 . . . . .	Ka s		
8. <i>Lacrymaria olor</i> O.F.M. var. <i>marina</i> KAHL 1933 . . . . .	Smd v		
9. <i>Lacrymaria spec.</i> . . . . .	Smd s	Li s	
10. <i>Trachelophyllum brachypharynx</i> LEVANDER 1894 . . . . .	Ka s		Ha hfg
11. <i>Trachelocerca phoenicopteris</i> COHN 1866 . . . . .	Smd s	Ar hfg	
	Ka hfg	Mi hfg	Ha v
12. <i>Trachelocerca fasciolata</i> SAUERBREY 1928 . . . . .	Smd v—hfg	Mi s—hfg Li v—hfg	Ha v—hfg
13. <i>Trachelocerca margaritata</i> KAHL 1930 . . . . .	Ka hfg		
14. <i>Trachelocerca arenicola</i> KAHL 1933 . . . . .	Ka s		
15. <i>Trachelocerca grisea</i> KAHL 1933 . . . . .	Smd s		
16. <i>Trachelocerca incaudata</i> KAHL 1933 . . . . .	Smd v		
	Ka v		
17. <i>Trachelocerca spec.</i> . . . . .	Ka s		
18. <i>Cyclotrichium sphaericum</i> FAURE-FR. 1924 . . . . .			Mi—Ha v
19. <i>Mesodinium pulex</i> CLAP. et LACHM. 1858 . . . . .	Smd s	Li s—v	
	Ka hfg	Mi hfg	Ha v—m
20. <i>Askenasia stellaris</i> (LEEGARD 1920) . . . . .	Ka s	Mi v	

	Äußere Schlei	Mittlere Schlei	Innere Schlei
21. <i>Plagiopogon loricatus</i> KAHL 1933 . . . . .			Ha hfg
22. <i>Coleps tessellatus</i> KAHL 1930 . . . . .	Smd s		
23. <i>Coleps spec.</i> . . . . .		Mi v	S v
24. <i>Spathidium spec.</i> . . . . .			Ha v
25. <i>Heminotus caudatus</i> KAHL 1930 . . . . .	Ka s		
26. <i>Lionotus dublostriatus</i> MAUPAS 1883 . . . . .	Smd s		
27. <i>Loxophyllum setigerum</i> QUENNERSTEDT 1867 . . . . .	Smd s		
27. <i>Loxophyllum helus</i> STOKES 1884 . . . . .	Ka v		
29. <i>Amphileptida spec.</i> . . . . .			Ha hfg S hfg Ha s
30. <i>Dileptus spec.</i> . . . . .			
31. <i>Remanella margaritifera</i> KAHL 1933 . . . . .	Ka v		
32. <i>Remanella multinucleata</i> KAHL 1933 . . . . .	Smd s		
33. <i>Centrophorella lanceolata</i> (SAUERBREY 1928) . . . . .	Smd s		
34. <i>Eucamptocerca longa</i> DA CUNHA 1914 . . . . .		Mi s	
35. <i>Chilodontopsis vorax</i> STOKES 1887 . . . . .		Mi v	
36. <i>Chilodontopsis spec.</i> . . . . .		Mi s	
37. <i>Schistophryza aplanata</i> KAHL 1933 . . . . .	Ka s		
38. <i>Chlamydonon mnemosyne</i> EHRBG. 1837 . . . . .	Smd s	Ar s	Ha s, S s
39. <i>Chlamydonon triquetrus</i> O.F.M. var. <i>major</i> KAHL 1931 . . . . .		Ar v	
40. <i>Chilodonella spec.</i> . . . . .		Mi v	
41. <i>Cryptopharynx setigerus</i> KAHL 1928 . . . . .		Mi s	Ha hfg
42. <i>Plagiopyla ovata</i> KAHL 1931 . . . . .	Ka v		
43. <i>Frontonia marina</i> FABRE-DOM. 1891 . . . . .	Smd s Ka s	Ar v Mi v	Ha hfg
44. <i>Frontonia microstoma</i> KAHL 1931 . . . . .		Ar v	
45. <i>Frontonia fusca</i> QUENNERSTEDT 1867 . . . . .		Ar v	
46. <i>Frontonia spec.</i> . . . . .	Smd s	Mi s	Ha s
47. <i>Platynematum marinum</i> KAHL 1933 . . . . .		Mi v	
48. <i>Cyclidium elongatum</i> SCHEWIAKOFF 1896 . . . . .	Ka m		Ha hfg
49. <i>Cyclidium glaucoma</i> O.F.M. 1786 . . . . .	Smd s	Mi v	
50. <i>Cristigera setosa</i> KAHL 1928 . . . . .			
5-cincta . . . . .		Mi hfg	
3-cincta . . . . .			Ha hfg—m
52. <i>Pleuronema coronatum</i> KENT 1881 . . . . .	Smd s	Mi v—hfg	Ha hfg—m
<b>Spirotricha</b>			
53. <i>Blepharisma clarissimum</i> ANIGSTEIN 1912 . . . . .	Ka s		Ha s
54. <i>Blepharisma cl. var. longissimum</i> KAHL 1932 . . . . .	Ka s Smd s		
55. <i>Blepharisma salinarum</i> FLORENTIN 1899 . . . . .			Ha v
56. <i>Spirostomum teres</i> CLAP. et LACHM. 1858 . . . . .		Mi s	Ha hfg
57. <i>Condyllostoma remanei</i> SPIEGEL 1928 . . . . .	Smd s		
58. <i>Condyllostoma vastum</i> BOCK 1955 . . . . .		Mi v	
59. <i>Stentor auriculatus</i> KAHL 1932 . . . . .			S s
60. <i>Peritromus faurei</i> KAHL 1932 . . . . .	Ka s		
61. <i>Strombidium styliferum</i> LEVANDER 1894 . . . . .			Ha
62. <i>Strombidium sulcatum</i> CLAP. et LACHM. 1858 . . . . .	Smd v		
63. <i>Strombidium sauerbreyae</i> KAHL 1932 . . . . .	Smd s		
64. <i>Strombidium spec.</i> . . . . .		Ar s Mi v	Ha v
65. <i>Strobilidium caudatum</i> KAHL 1932 . . . . .	Ka hfg		
66. <i>Strobilidium spec.</i> . . . . .		Ar v Mi v	
67. <i>Epicintes ambiguus</i> O.F.M. 1786 . . . . .		Ar v	
68. <i>Keronopsis multistilata</i> KAHL 1928 . . . . .		Ar v	
69. <i>Holosticha diademata</i> REES 1884 . . . . .	Smd v	Mi hfg	
70. <i>Amphisiella annulata</i> KAHL 1928 . . . . .		Ar v	

	Äußere Schlei	Mittlere Schlei	Innere Schlei
71. <i>Amphisiella milnei</i> KAHL 1932 . . . . .	Ka s		
72. <i>Trachelostyla pediculiformis</i> COHN 1866 . . . . .	Smd s Ka s		Ha v
73. <i>Euplotes charon</i> (OFM) STEIN 1859 . . . . .			Ha hfg
74. <i>Euplotes möbiusi</i> KAHL 1932 . . . . .		Mi v	
75. <i>Euplotes spec.</i> . . . . .		Li v Mi v	Ha v S v
76. <i>Diophrys scutum</i> DUJARDIN 1842 . . . . .		Mi hfg	
77. <i>Diophrys irmgard</i> MANSFELD 1923 . . . . .		Ar v	
78. <i>Diophrys appendiculatus</i> EHRENBERG 1838 . . . . .		Ar v	
79. <i>Diophrys spec.</i> . . . . .			Ha s
80. <i>Uronychia transfuga</i> O.F.M. 1786 . . . . .	Ka s	Ar s Mi s	Ha s
81. <i>Aspidisca dentata</i> KAHL 1928 . . . . .	Smd v		
82. <i>Aspidisca quadrilineata</i> KAHL 1932 . . . . .			Ha s
83. <i>Aspidisca pulcherrima</i> KAHL 1932 . . . . .		Mi s	
84. <i>Aspidisca sedigita</i> QUENNERSTEDT 1867 . . . . .		Ar s	
85. <i>Aspidisca pertinens</i> BOCK 1953 . . . . .		Mi v	
86. <i>Aspidisca spec.</i> . . . . .			Ha v, S v
<b>Peritricha</b>			
87. <i>Epistylis caliciformis</i> KAHL 1933 . . . . .	Smd s	Mi* hfg	
88. <i>Epistylis spec.</i> . . . . .	Ka	Mi*	Ha
89. <i>Vorticella patelina</i> O.F.M. 1777 . . . . .	Smd hfg		
90. <i>Vorticella marina</i> GREEFF 1870 . . . . .	Smd hfg		
91. <i>Vorticella campanula</i> EHRBG. 1831 . . . . .			Ha
92. <i>Vorticella spec.</i> . . . . .	Ka	Mi*	Ha
93. <i>Zoothamnium marinum</i> MERESCHK. 1879 . . . . .		Mi*	
94. <i>Zoothamnium commune</i> KAHL 1933 . . . . .		Mi*	
95. <i>Zoothamnium arbuscula</i> EHRBG. 1839 . . . . .		Mi* hfg	
96. <i>Zoothamnium spec.</i> . . . . .	Ka	Mi*	Ha
97. <i>Cothurnia ceramicola</i> KAHL 1933 . . . . .		Mi*	
98. <i>Cothurnia parva</i> BOCK 1952 . . . . .		Mi*	
99. <i>Cothurnia obliqua</i> BOCK 1952 . . . . .		Mi*	
100. <i>Cothurnia maritima</i> EHRBG. 1838 . . . . .	Smd		
101. <i>Cothurnia cypridicola</i> KAHL 1933 . . . . .	Smd		
102. <i>Cothurnia spec.</i> . . . . .	Smd		
103. <i>Pyxicola operculigera</i> KENT 1869 . . . . .		Ka Mi*	Ha

\* Fundorte in der Großen Breite zwischen Weseby und Missunde am Übergang zwischen innerer und mittlerer Schlei.

obwohl in dem ruhigen Wasser günstige Lebensbedingungen herrschen. Bei Kappeln treten schon deutlich Unterschiede zwischen der Menge der Ciliaten in den verschiedenen Jahreszeiten auf. Im Frühjahr und Herbst werden nur wenige Tiere angetroffen, im heißen Hochsommer lebt in den Seegraswiesen und auf dem Boden der *Arenicola-marina*-Coenose eine üppige Ciliatenfauna. Diese Erscheinung läßt sich auch in der mittleren Schlei beobachten, wenn auch nicht so ausgeprägt. In der inneren Schlei tritt der Massenwechsel noch viel stärker in Erscheinung. Im Frühjahr und Herbst finden sich bereits verhältnismäßig starke Populationen, die sich aber in der wärmeren Jahreszeit zu einer extremen Massenentwicklung vermehren. In dieser Vermehrung zeigt sich der Einfluß des Abwassers mit seinem überreichen Angebot an Nährstoffen besonders deutlich. Die Eutrophierung des Gewässers führt zu starker Bakterienentwicklung, die ihrerseits wieder den Ciliaten als Nahrung dienen. Allerdings wirkt sich der Nahrungsreichtum auf die Ciliatenfauna nur im freien Wasser und in den obersten Millimetern des Sandes

bzw. Bodens aus. Im Sandlückensystem darunter herrschen anaerobe Verhältnisse, die durch eine Schwefelwasserstoffentwicklung gekennzeichnet sind. Diese Reduktionszone reicht in der inneren Schlei bis in die Brandungszone hinein und ist stets unmittelbar unter der Bodenoberfläche zu beobachten.

Die Tiefenverteilung der Ciliaten ändert sich in der äußeren Schlei wenig. Es werden dieselben Arten wie im Litoral gefunden. Ausnahmen machen natürlich die Gebiete starker Strömungen, wie die Schleiefahrt, oder die Mudzonen bei Ellenberg in größerer Tiefe, wo bei der Durchsicht der Proben keine Ciliaten gefunden wurden. In der mittleren und inneren Schlei mit ihren umfangreichen Mudgebieten fällt die Ciliatenarmut in der Gewässertiefe sehr auf. Nur wenige *Protrodon* sp., *Trachelocerca*- und *Diophrys*-Individuen werden in den Proben beobachtet. Vorwiegend finden sich *Beggiatoa* und Oscillatorien neben Flagellaten verschiedener Gattungen und einer reichen Bakterienflora. Offenbar behindert der sehr feine Schlamm und Mud, der sich wohl meist unter anaeroben Verhältnissen umsetzt, sehr stark das Ciliatenleben. Andererseits dürfte die von diesen Umsetzungsvorgängen in den Mudzonen ausgehenden sekundäre Eutrophierung mit zu dem Planktonreichtum beitragen und damit auch wieder dem Ciliatenleben anderer Gewässerteile Vorschub leisten.

Deutlichen Einfluß übt der feine, oft mudartige Detritus in den Sandgebieten auf die Ciliatenbesiedlung aus. In den Gebieten um Schleimünde, wo nur geringe Mengen dieses feinen Detritus das Sandlückensystem verstopfen, herrschen haptische Formen (REMANE 1940; BOCK 1952) vor. Stärkere Strömungen und bessere Wassergüte tragen in der äußeren Schlei dazu bei, daß hier 83% der aufgefundenen Arten haptisches Verhalten zeigen gegenüber 28% vagilen Arten. In der mittleren und inneren Schlei ändert sich das Verhältnis mit etwa 45% haptischen Arten und etwa 55% vagilen Arten zugunsten letzterer. Die Zunahme des feinen Detritus im Sande sowie des Bakterienreichtums im freien Wasser begünstigen hier die vagilen Arten sehr, die sich dann auch bis zu Massenpopulationen vermehren.

Als weiterer Faktor wirkt der abnehmende Salzgehalt in der Schlei auf die Ciliatenbesiedlung ein. Allein dadurch dürften schon eine Reihe von Arten in ihrer Verbreitung behindert sein. Ein gutes Beispiel scheint hierfür die Gattung *Trachelocerca* zu bieten, deren Arten als Räuber weniger von dem Bakterienangebot des Wassers abhängig sind. Auf das euryoeke Verhalten von *Tr. phoenicopterus* in reinen Lebensräumen bis zu stärker verschmutzten bei annähernd gleichem Salzgehalt ist bereits früher hingewiesen worden (Ax 1952; Bock 1952). Diese Art scheint aber ebenso wie *Tr. fasciolata* gegen Salzgehaltsminderungen unempfindlich zu sein, wie die Funde in der ganzen Schlei zeigen. Beide Arten treten als haptische Formen an stärker bewegten und daher nicht so stark mit Detritus überdeckten Sandstellen der inneren Schlei häufiger auf als an den ruhigen Uferstrecken. Im Gegensatz zu diesen beiden Arten kommt *Tr. grisea* nur selten im salzreichen Teil bei Schleimünde vor. Diese Art ist bisher nur in salzreichem und sauberem Wasser der Kieler Bucht bei Surendorf, in der Eckernförder Bucht sowie auf dem Stoller Grund nachgewiesen worden. Sie dringt in die Schlei auch nicht weiter als gerade in die Mündung ein, und auch hier wurde sie niemals bei Ausstromlagen, während derer salzarmes Wasser die Mündung durchströmt, beobachtet. Die restlichen aufgeführten *Trachelocerca*-Species *margaritata*, *arenicola* und *incaudata* wurden bis Kappeln verfolgt. In den Seegraswiesen seewärts Kappeln erreicht *Tr. margaritata* ihr Maximum bezüglich der Individuendichte und -größe. Die dunkle, große Form dieser Art (vgl. Bock 1952) dürfte charakteristisch für die Seegraswiesen der Schlei sein. Sie wurde in keinem anderen Lebensraum so zahlreich beobachtet. Diese verschiedenen Ansprüche der einzelnen Arten an den Lebensraum innerhalb der Schlei konnten nur bei der Gattung *Trachelocerca* so günstig beobachtet werden. Andere Gattungen zeigen ihn nicht so deutlich.

Der Einfluß des abnehmenden Salzgehaltes und der zunehmenden Eutrophierung sowie des dadurch bedingten reicheren Nahrungsangebotes führen zu Änderungen der Besiedlungsdichte bzw. zum Auftreten einzelner Arten, die sonst nicht oder selten beobachtet werden, in der mittleren und inneren Schlei. *Frontonia marina* wie *Pleuonema coronatum* erreichen bei euryoekem Vorkommen ihre Hauptentwicklung in der inneren Schlei. Insbesondere die letzte Art tritt dort in Massen auf. Allerdings wird sie auch sehr häufig bei stagnierendem Wasser und sommerlich heißen Temperaturen in den flachen Teilen der Seegrasswiesen bei Kappeln festgestellt. Ebensolche Lebensräume besiedelt sie unter diesen Bedingungen bis zur mittleren Schlei, um in der inneren Schlei überall in den Sandgebieten üppig zu gedeihen. Noch extremer zeigt *Mesodinium pulex* diese Individuenzunahme, die in der inneren Schlei Uferbiotope wie das gesamte Plankton erfaßt. Andere Arten hingegen werden nur in dem stärker eutrophierten Teil der Schlei häufiger beobachtet, weiter seewärts nicht mehr. Auffällig sind vor allem *Prorodon teres*, *Trachelophyllum brachypharynx*, *Cyclotrichium sphaericum*, *Plagiopogon loricatus* und *Spirostomum teres*. Von diesen Formen wird *Spirostomum teres* von KOLKWITZ (1950) unter die  $\beta$ -mesosaprobien Arten eingestuft. *Trachelophyllum brachypharynx* beschreibt LEVANDER (1894) aus dem finnischen Küstengebiet. Ob es sich hierbei um eine ausgesprochene Brackwasserart handelt, die weniger an den Eutrophierungszustand als vielmehr an den Salzgehalt gebunden ist, vermag ich nach meinen Funden nicht mit Sicherheit zu sagen.

Auffällig ist bei der Durchsicht der Artenliste die starke Entwicklung bakterienfressender Ciliaten in der inneren Schlei. *Mesodinium pulex*, *Cyclidium elongatum*, *Cristigera setosa*, *Spirostomum teres* werden häufig bis massenhaft als Bakterienfresser in stets gutem Ernährungszustand beobachtet. Das große Angebot an Bakterien, die die im Wasser gelöste organische Substanz aufbauen und ebenso vom Abbau tierischer und pflanzlicher Leichen leben, ermöglicht diese Entwicklung. Wie stark die Reduktion einer Bakterienpopulation durch das Nahrungsbedürfnis von Ciliaten ist, hat BAHR (1954) am Beispiel von *Paramecium*, *Chilodonella* und *Colpidium* gezeigt. So vermochten in seinen Versuchen Parameecien die Keimzahl einer Kultur von *Bac. subtilis*, die sich von etwa  $10^7$  Bakterien/ml in 5 Tagen auf etwa  $10^9$ /ml vermehrte, in derselben Zeit von  $10^7$ /ml auf etwa  $10^3$ /ml zu reduzieren. Der Nahrungsbedarf der Ciliaten und damit ihr Beitrag zur Reinigung des Gewässers ist also beträchtlich, wenn man sich die Massentwicklung der bakterienfressenden Ciliaten in der Schlei vor Augen hält. Daß sich auch noch zahlreiche andere Organismen wie Rotatorien und Copepoden beispielsweise in dieser Richtung betätigen können, sei nur erwähnt; diese Organismen, auf die hier nicht näher eingegangen wird, sind von BUCHHOLZ (1952) in der Schlei und den zugehörigen Gewässern untersucht worden. Insgesamt zeigt sich bei meinen Untersuchungen, daß die Organismendichte besonders auffällig unter den bakterienfressenden Ciliaten von der inneren zur äußeren Schlei parallel zur Besserung der Wasserqualität abnimmt.

Faßt man die bisherigen Ausführungen zusammen, so lassen sich in der Schlei Abstufungen der Auswirkung der Verunreinigungen feststellen, die man in Anlehnung an das im Süßwasser verwendete Saprobiensystem (KOLKWITZ 1950; LIEBMANN 1951) mit verschiedenen Saprobienstufen bezeichnen kann. Daß sich hiermit eine grobe Simplifizierung und Schematisierung der komplexen Vorgänge und Zusammenhänge in einem durch Abwässer belasteten Brackwasser ergibt, muß ausdrücklich betont werden. Bevor die im limnischen Bereich bekannten Einstufungen des Saprobiensystems auch für marine und brackige Wässer allgemeinen Wert erhalten, müssen noch eingehende Untersuchungen durchgeführt werden. So gelten die folgenden Ausführungen nur für die Schlei und auch nur mit den angeführten Vorbehalten.

Wie in Süßwasserseen mit Abwasserbelastung, treten auch in der Schlei deutliche Unterschiede zwischen der Wassergüte und dem Saprobiegrad des Bodens auf. So gehört der Boden vor den Abwässerauslässen bei Schleswig sowie das Klensbyer Noor zur polysaprobien Zone. Die Abwässer von Arnis sowie der Nestle-Werke in Kappeln bewirken ähnliche Strecken am Boden. Der Übergang zur  $\alpha$ -mesosaprobien Zone kann in den großen Flächen der mittleren und inneren Schlei, d. h. der Kleinen und Großen Breite sowie der Schlei bis Lindaunis hin gesehen werden. Ebenso müssen der Kappeler Hafen, die Tiefen bei Arnis und Ellenberg zur  $\alpha$ -mesosaprobien Stufe gerechnet werden. Seewärts Lindaunis bis etwa zur Ellenberger Enge wäre das  $\beta$ -mesosaprobien Gebiet zu suchen. Ebenso  $\beta$ -mesosaprob sind die Missunder Enge und Uferzonen in der Großen Breite. Von Ellenberg zur Mündung reicht dann das oligosaprobien Gebiet, in dem Abwassereinflüsse kaum noch zu erkennen sind. Die Mündung und die vorgelagerten Sände zeigen keine Einwirkungen. Sie sind, wie auch der *Branchiostoma*-Fund durch BANSE und LEFEVRE (1954) zeigt, katharob.

Die Wasserbeschaffenheit ergab nach den Untersuchungen von KÄNDLER (1953) sowie eigenen Beobachtungen ein günstigeres Bild. Polysaprobien Zonen sind nur in Schleswig und Kappeln unmittelbar vor den Abwässerausläufen festzustellen. Die Kleine Breite wäre mit ihrer sehr großen Organismenentwicklung und ihrer Artenarmut unter  $\alpha$ - bis  $\beta$ -mesosaprob einzureihen. Die Große Breite und weiter seewärtige Gebiete bis etwa Lindaunis könnten als  $\beta$ -mesosaprob bezeichnet werden. Weiter seewärts nimmt der oligosaprobien Teil der Fauna und Flora ständig zu, bis schließlich seewärts Kappeln die marine und damit normale Besiedlung praktisch erreicht ist.

Die durch ihre Fischerei bekannte und landschaftlich besonders reizvolle Schlei ist, wie die Ausführungen gezeigt haben, infolge ihrer geringen Durchströmung und ungünstigen hydrographischen Verhältnisse in besonderem Maße durch die Einleitung ungenügend geklärter Abwässer und die daraus entstehende Eutrophierung gefährdet. Es steht in Aussicht, daß der Anschluß Schleswigs an die neue Kläranlage und deren Reinigungswirkung sowie eine wirkungsvolle Aufbereitung der Abwässer der Zuckerfabrik eine günstigere Entwicklung des inneren Teiles der Schlei einleiten können. Wie sich die umfangreichen Mudablagerungen der inneren Schlei auswirken und ob und wie eine Wiederbesiedlung durch höhere Organismen erfolgt, muß abgewartet werden.

#### Literaturverzeichnis

- Ax, P., 1952: Eine Brackwasserlebensgemeinschaft an Holzpfehlern des Nord-Ostsee-Kanals. Kieler Meeresforschungen, 8. — BÄHR, H., 1954: Untersuchungen über die Rolle der Ciliaten im Rahmen der biologischen Reinigung des Abwassers. Z. Hyg., 139. — BÄHR, H. und RICHTER, J., 1953: Der Zustand der Unterelbe. Mitt. Niedersächs. Landesgesundheitsrates, H. 9. — BANSE, K. und LEFEVRE, S., 1954: Funde von *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas) in der Kieler Bucht. Kieler Meeresforschungen, 10. — BOCK, K. J., 1952: Einige Gehäusebauende Ciliaten aus der Kieler Bucht. Zool. Anzeiger, 149. — BOCK, K. J., 1952: Über einige holo- und spirotriche Ciliaten aus den marinen Sandgebieten der Kieler Bucht. Zool. Anz., 149. — BOCK, K. J., 1953/53: Zur Ökologie der Ciliaten des marinen Sandgrundes der Kieler Bucht. Kieler Meeresforschungen, 9. — BOCK, K. J., 1955: *Condylostoma vastum* n. sp. und *Asipidisca pertinens* n. sp., zwei sandbewohnende Ciliaten aus dem Küstengebiet der Kieler Bucht. Zool. Anz. 154. — BRAARUD, F., 1955: The effect of pollution by sewage upon the waters of the Oslo-Fjord. Verh. intern. Ver. Limnol., 12 (1953). — BUCHHOLZ, H., 1952: Das Brackwasserplankton an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Diss. Kiel. — BURSCHE, E. M., KÜHL, H. und MANN, H., 1958: Hydrochemie und Phytoplankton in der Unterelbe. Veröffentl. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven, 5. — CASPERS, H., 1954: Biologische Untersuchungen über die Lebensräume der Unterelbe und des Vormündungsgebietes der Nordsee. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 23. — JAECKEL, S., 1950: Die Mollusken der Schlei. Arch. Hydrobiol., 44. — KAHL, A., 1933: Ciliata, in: Grimpe-Wagler, Tierwelt der Nord- und Ostsee. KAHL, A., 1935: Ciliata, in: Dahl, Tierwelt Deutschlands. — KÄNDLER, R., 1953: Hydrographische Untersuchungen zum Abwasserproblem in den Buchten und Förden der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Kieler Meeresforschungen, 9. — KNÖPP, H., 1954: Ein neuer Weg zur Darstellung biologischer Vorfluteruntersuchungen. Die Wasser-

wirtschaft, 45. — KOLKWITZ, R., 1950: Ökologie der Saprobien. Schriften des Ver. f. Wasser-, Boden- und Lufthyg., Nr. 4. — Krey, J., 1956: Die Trophie küstennaher Meeresgebiete. Kieler Meeresforschungen, 12. — LEVANDER, K. M., 1894: Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors. Acta Soc. Flora et Fauna Fennica, XI. — LIEBMANN, H., 1951: Handbuch der Frisch- und Abwasserbiologie. München. — NEUBAUER, R., JAECKEL, S. und Mitarbeiter, 1935—37: Die Schlei und ihre Fischwirtschaft. Schr. Nat. wiss. Verein Schleswig-Holstein, 21—22. — PRECHT, H., 1935: Epizoen der Kieler Bucht. Nova Acta Leopoldina, N. F. 3. — REMANE, A. 1940: Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee, in: Grimpe-Wagler, Tierwelt der Nord- und Ostsee. — ZOBELL, C. E., 1946: Marine Microbiology. Waltham.